

Reference 4

JP Patent Appln. Disclosure No. 57-210946 - 24 December 1982

JP Patent Appln. No. 57-046459 - 25 March 1982

Priority: 25 March 1981, GB, 8109364

Applicant: Magnesium Electron Ltd., GB

Title: Magnesium alloy

Reference 4 corresponds to US 4,401,621.

MAGNESIUM ALLOY

Patent number: JP57210946 (A)
Publication date: 1982-12-24
Inventor(s): UIRIAMU ANSUWAASU; JIYON FUREDERITSUKU KINGU;
SUTEFUAN RII BURATSUDOSHIYOU
Applicant(s): MAGNESIUM ELEKTRON LTD
Classification:
- **international:** C22C23/00; C22C23/06; C22C28/00; C22C23/00; C22C28/00;
(IPC1-7): C22C23/00; C22C28/00
- **european:** C22C23/06
Application number: JP19820046459 19820325
Priority number(s): GB19810009364 19810325

Also published as:

- JP3072695 (B)
- JP1712351 (C)
- US4401621 (A)
- SE8201879 (A)
- SE456016 (B)
- IT1151520 (B)
- IN157529 (A1)
- FR2502642 (A1)
- DE3210700 (A1)
- CA1196215 (A1)
- BR8201685 (A)
- AU8173082 (A)
- AU544762 (B2)

<< less

Abstract not available for JP 57210946 (A)

Abstract of correspondent: **US 4401621 (A)**

Magnesium alloys for castings having good tensile properties at both ambient and high temperatures and good resistance to creep contain 1.5-10% of yttrium or an yttrium/heavy rare earths mixture and 1-6% of neodymium or a neodymium/lanthanum/praseodymium mixture. The alloys may be heat treated to improve their properties.

Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide

⑨ 日本国特許庁 (JP) ⑩ 特許出願公開
 ⑪ 公開特許公報 (A) 昭57-210946

⑫ Int. Cl.³
 C 22 C 23/00
 28/00

識別記号 CBH CBH
 行内整理番号 6411-4K 6411-4K

⑬ 公開 昭和57年(1982)12月24日
 発明の数 2
 審査請求 未請求
 (全 11 頁)

⑭ マグネシウム合金

⑮ 特 願 昭57-46459

⑯ 出 願 昭57(1982)3月25日

優先権主張 ⑰ 1981年3月25日 ⑯ イギリス
 (G B) ⑯ 8109364

⑰ 発明者 ウィリアム・アンスワース
 イギリス国ランカシャー・ウェイ
 ガン・アスブル・イルケストン
 ・ドライブ2

⑰ 発明者 ジョン・フレデリック・キング
 イギリス国バリー・グリーンマ
 ウント・ブルックサイド・クレ

セント19

⑰ 発明者 ステファン・リー・ブラッドシ
 ョウ
 イギリス国ランカシャー・ボル
 トン・レディブリッジ・バーケ
 ンヒルズ・ドライブ15

⑯ 出願人 マグネシウム・エレクトロン・
 リミテッド
 イギリス国マンチエスター・ス
 ウイントン・クリifton・ジャ
 ンクション・ラムズ・レーン
 (番地なし)

⑰ 代理人 弁理士 青木朗 外3名

明細書

1. 発明の名称

マグネシウム合金

2. 特許請求の範囲

1. 通常の不純物は別として

- (a) 少なくともイットリウム6.0重量%と残部重
希土類金属からなるイットリウム成分の1.5ない
し10重量%；と
- (b) 少なくともネオジム6.0重量%とランタン25
重量%以下と実質的に残部プラセオジムとからなる
ネオジム成分の1ないし6重量%；と

残部マグネシウムからなる合金；と

からなる鋳造用マグネシウム合金。

2. イットリウム成分とネオジム成分の総量が
4ないし14%であることを特徴とする特許請求
の範囲第1項記載の鋳造用マグネシウム合金。

3. イットリウム成分2.5ないし7%及びネオ
ジム成分1.5ないし1%、そしてイットリウム成
分とネオジム成分の総量が6ないし8.5%である
ことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の鋳

造用マグネシウム合金。

4. イットリウム成分3.5ないし9%及びネオ
ジム成分2.5ないし5%、そしてイットリウム成
分とネオジム成分の総量が7.5ないし11.5%で
あることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載
の鋳造用マグネシウム合金。

5. イットリウム成分3.5ないし8%及びネオ
ジム成分2ないし3.5%、そしてイットリウム成
分とネオジム成分の総量が7ないし10%である
ことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の鋳
造用マグネシウム合金。

6. イットリウム成分が少なくとも7.5重量%
のイットリウムを含むことを特徴とする特許請求
の範囲第1項から第5項までのいずれかに記載の
鋳造用マグネシウム合金。

7. ジルコニウム1重量%以下含むことを特徴
とする特許請求の範囲第1項から第6項までのい
ずれかに記載の鋳造用マグネシウム合金。

8. カドミウム1重量%以下含むことを特徴と
する特許請求の範囲第1項から第6項までのい

れかに記載の鋳造用マグネシウム合金。

9. 銀 0.15 重量%以下あるいは銀 1 重量%以下含むことを特徴とする特許請求の範囲第 1 項から第 8 項までのいずれかに記載の鋳造用マグネシウム合金。

10. 次の成分：

トリウム	2.0%以下
リチウム	6%以下
ガリウム	2%以下
インジウム	2%以下
タリウム	5%以下
鉛	1%以下
ビスマス	1%以下
マンガン	2%以下

の 1 つ又はそれ以上を含むことを特徴とする特許請求の範囲第 1 項から第 9 項までのいずれかに記載の鋳造用マグネシウム合金。

11. イットリウム成分 1.5 ないし 9%含み、且つ該イットリウム成分が少なくとも 6.2%のイットリウムを含むことを特徴とする特許請求の範囲

第 1 項から第 10 項までのいずれかに記載の鋳造用マグネシウム合金。

12. 通常の不純物は別として

(a) 少なくともイットリウム 6.0 重量%と残部重希土類金属からなるイットリウム成分の 1.5 ないし 1.0 重量%；と

(b) 少なくともネオジム 6.0 重量%とランタン 25 重量%以下と実質的に残部プラセオジムとからなるネオジム成分の 1 ないし 6 重量%；と

残部マグネシウムからなる合金；と
からなる鋳造用マグネシウム合金を鋳造することによって得られるマグネシウム合金鋼物。

13. 溶体化熱処理、焼入れ及び高溫で時効を行なうことを特徴とする特許請求の範囲第 1 ～ 3 項記載のマグネシウム合金鋼物。

14. 溶体化熱処理が固相線の温度以下 2.0 °C の温度で実施され、焼入れが水あるいは焼入れ緩和剤の溶液で実施され、そして時効が約 20.0 °C の温度で実施されることを特徴とする特許請求の範囲第 1 ～ 3 項記載のマグネシウム合金鋼物。

15. 前記鋼物が約 2.0 時間時効されることを特徴とする特許請求の範囲第 1 ～ 3 項あるいは第 1 ～ 4 項に記載のマグネシウム合金鋼物。

16. 前記鋼物が 1.44 時間以内時効されることを特徴とする特許請求の範囲第 1 ～ 3 項あるいは第 1 ～ 4 項に記載のマグネシウム合金鋼物。

17. 溶体化熱処理あるいは焼入れせずに高溫で時効されることを特徴とする特許請求の範囲第 1 ～ 3 項記載のマグネシウム合金鋼物。

3. 発明の詳細を説明

本発明はイットリウムとネオジムを含む鋼物に用いるのに適当なマグネシウム合金に関する。

鋳造マグネシウム合金は大気及び高溫でも良好な機械的性質が必要とされる宇宙空間で適用される。航空機エンジン又はヘリコプタ回転翼やヤガックス内のマグネシウム合金は例えば 200 °C 又はそれ以上の温度でその強度を保持し又クリープに耐える必要がある。そのような用途のマグネシウム合金はかすかな量、典型的には 1.5 ~ 2.5 重量%の銀を含む。銀は高価な成分で通貨として用

いる理由でその価格は異常な変動を招く。銀を含むマグネシウム合金は銀を含まないマグネシウム合金よりも腐食に対する抵抗が低い。

本発明は大気及び高溫での良好な引張り特性を有しそしてクリープに対して抵抗を有し且つ十分な韌性を有する鋼物であって銀を多量に含まないものを得ることが出来るマグネシウム合金を提供することにある。

本発明の 1 つの目的によれば、通常の不純物は別として

(a) 少なくともイットリウム 6.0 重量%と残部重希土類金属からなるイットリウム成分の 1.5 ないし 1.0 重量%；と

(b) 少なくともネオジム 6.0 重量%とランタン 2.5 重量%以下と実質的に残部プラセオジムとからなるネオジム成分の 1 ないし 6 重量%；と

残部マグネシウムからなる合金；と
からなるマグネシウム合金が提供される。典型的な該合金は細粒化剤として例えば 1%以下好んで 0.4% のジルコニアを含むのがよい。

イットリウムはランタンナイト系ではないので
希土類金属としてここでは考えないと注目す

べきである。

イットリウム成分は純粋なイットリウムからなるのがよいが、高価な材料なので少なくとも6.0%のイットリウムと残部重希土類金属を含む混合物を用いるのが好ましい。“重希土類金属”は原子番号6.2又はそれ以上を有する希土類金属である。イットリウム含有成分のイットリウム含有量は少なくとも6.2%でよく、好ましくは少なくとも7.5%である。

ネオジム成分は10.0%ネオジムからなるのがよいがこの水準にネオジムを純化するのは非常に高価であるので少なくとも6.0%のネオジムと、ランタン2.5重量%以下とプラセオジムであるいかなる残部を含む混合物を用いるのが好ましい。このように該混合物は実質的にセリウム又は重希土類金属を含まない。

イットリウム及び/又はネオジム成分は希土類金属混合物を含む場合上述のように同合金は該合金溶解物にイットリウム及び/又はネオジムを純金属として添加しそして希土類金属を別途添加す

ることによって、あるいはイットリウムとネオジムを希土類金属を含む混合物として添加することによって得られることが理解される。その2つの方法によって作られる合金は本発明の特許請求の範囲内で、該合金の化合物に関する該合金の種々の成分が溶解物に添加される方法に関する用語“イットリウム成分”及び“ネオジム成分”を考慮すべきである。

しかしながら、実際必要なら重希土類金属と一緒にイットリウムは普通添加されそしてネオジムは該ネオジム成分の上記特定の希土類金属とともに添加される。

イットリウム成分の含有量は1.5ないし9%でよく一方ネオジム成分はランタン1.0%以下含んでいればよい。

本発明の実施態様において、イットリウムとネオジム成分の総含有量は4ないし14%である。本発明の合金は広い温度範囲にわたって良好な引張特性と、十分な韌性を保有し且つクリープに対する高い抵抗を得ることが出来る。上記特定され

た成分範囲内でイットリウムとネオジム成分のある含有量は特定の好ましい特性の組合せを作り出すことが出来る。このように、本発明の一つの実施態様によればイットリウム成分の含有量は2.5-7%でネオジム成分のそれは1.5-4%であり、従ってイットリウムとネオジム成分の総含有量は6-8.5%である。この範囲内の合金は大気及び高温での高い引張特性を有し、すくなくとも容易に得られる銀含有高強度マグネシウム合金から得られる該特性に等しい。

他の実施態様によればイットリウム成分含有量は3.5ないし9%でネオジム成分含有量は2.5ないし5%でありイットリウムとネオジムの総量が7.5ないし11.5%である。この範囲内の合金は3.0%以下又はそれ以上の高温でクリープ抵抗を含めて非常に良好な機械的特性を有する。ただ本発明の他の合金と比較して韌性が低い。特に良好な機械的性質はこの態様の合金中にジルコニアムのない場合に得られる。

また他の実施態様によればイットリウム成分含有量は3.5ないし8%でネオジム成分含有量は2.5ないし3.5%であり、イットリウムとネオジム成分の総量は7-10%である。この範囲内の合金は大気及び高温で好ましい機械的性質と又良好な韌性を有し多くの工学に高く応用される。

該合金に混合してもよい他の元素は1%以下のカドミウム又は1%以下の銀又は0.15%以下の銅である。以下の成分の1つ又はそれ以上がそれぞれの溶解度で構成される量で存在してもよい。

トリウム	0-2質量%
リチウム	0-6%
ガリウム	0-2%
インジウム	0-2%
タリウム	0-5%
鉛	0-1%
ビスマス	0-1%
マンガン	0-2%

亜鉛はイットリウムと結合してイットリウムを有する安定した金属間化合物を形成し、化合物中のイットリウムの効果を無にするので亜鉛は実質

的に存在しないのがよい。

本発明の合金は従来の方法で作られてよい。イットリウム成分の金属は一般に比較的高い融点を有するので、マグネシウムと添加される高率の金属からなる硬化剤合金の形態で該合金は好ましく溶解物に添加される。ネオジム成分はマグネシウム硬化剤合金の形態で添加されてもよい。

溶解はマグネシウム合金に通常用いられる技術、すなわち保護フラックス又は CO_2/BF_3 又は空気/ SF_6 のような保護雰囲気下で実施される場合イットリウムの望ましくない損失がフラックス又は優先酸化との反応により生じる。従って、アルゴンのような適当な不活性雰囲気下で溶解を行なうのが好ましい。

本発明の合金は従来の方法で鋳造され鋳造製品を形成してもよい。鋳造は一般的に熱処理を要し組織を機械的性質を得る。一つの熱処理の形態は（通常合金の固相線温度より約20℃以下）最も高い実施可能な温度で溶体化熱処理を含み続いて焼入れ及び高温での時効が行なわれる。適当な熱

ン及び残部プラセオジムを含んでなる希土類混合物であった。“Y”で示されるイットリウム成分は何も述べないならば純粋のイットリウムであった。降伏応力、最大引張応力及び伸びは標準方法で室温で測定されそしてその結果を第1表に示す。これらの特性はいくつかの該合金で250℃で測定した。その結果を第2表に示す。2.5%銀でイットリウムを含まない公知のマグネシウム合金QE22とQH21の結果を比較のために示す。

いくつかの合金の機械的特性も約250℃で測定されその結果を第3表に示す。

他の合金、第16の室温及び高温での結果を第4表に示す。その表で“HRE”は重希土類金属を意味す。この合金中にはイットリウムと重希土類金属を混合物として添加した。

他の合金を鋳造し、熱処理そして200℃、250℃、300℃、325℃そして350℃で同様にテストを行なった。その結果を第5表に示す。比較結果をQE22、QH21及びEQ21（ネオジム成分2%と1.5%銀を含むマグネシウム合金）

特開昭57-210946(4)

処理の一つ例では525℃8時間に該鋼物を保持し、水、あるいはUCONのような焼入緩和剤の水溶液のような適当な媒質に急速冷却されそして約200℃20時間で時効された。しかしながら、高温で長時間、例えば144時間以下の時効によって本発明の少なくとも2、3の合金に引張特性の増加を得ることが出来ることがわかった。

また容易な熱処理によって開放し合金の特性を改良出来ることがわかった。該鋼造合金は溶体化熱処理又は焼入れもしないで例えば200℃20時間時効してもよく該合金の強度がかなり増大しあかも良好な水準の韌性が得られる。

本発明に係る合金を比較の他の合金とともに以下の実施例に示す。

実施例

第1表で与えられる添加元素を有するマグネシウム合金を試験片に鋳造し該試験片を第1表に示すように熱処理した。その表に単に“Nd”として示されたNd成分は少なくとも60重量%のネオジム、実質的に無のセリウム、10%以下のランタ

ムを含むマグネシウム合金である。そしてRR350（クリープに対して高抵抗を有するアルミニウム合金）で示す。

合金試験片を鋳造そして同様に熱処理そして 23N/mm^2 の応力を用いて300℃で標準クリープ試験された。0.2%クリープ歪に達する時間を測定しその結果をRR350とZT1（亜鉛とトリウムを含み、クリープに対する高抵抗を有することが公知の希土類金属を含まないマグネシウム合金）を含めて第6表に示す。

以下の結果がこれらのテスト結果から導びかれる。

1. 細粒化剤としてジルコニウムを含む本発明に係る合金の室温降伏応力とQE22とQH21のそれを比較した（QE22の特定最小室温降伏応力は 175N/mm^2 である）。該室温の最大引張り強度はQE22とQH21のそれより非常に高かった。
2. 本発明に係る合金は高温での機械的特性はQE22とQH21、特に高イットリウム含有より非常に良好であった。QE22とQH21の機械的特性は250℃以上で急に低下するが本発明の合金の

場合はかなり維持される。

3. 少なくとも 8.0%、好ましくは機械的性質を失なわずコストを大きく下げる少なくとも 7.5% のイットリウムを含むイットリウムと重希土類金属の混合物とに純粋なイットリウムを代えても良い。

4. 合金 1 - 3 の結果でジルコニウムが除去され良好な結果がなお得られる。イットリウムそれ自身は合金中で細粒化剤として作用する。

5. 大気及び高温での特に良好な引張り特性は 2.5ないし 7% のイットリウム、1.5ないし 4% のネオジム成分且つも 2.5ないし 8.5% のイットリウムとネオジム成分の總量の含有量で得られる。

6. クリープ抵抗を含めた 300°C 及びそれ以上の温度での非常に良好な機械的性質は、3.5ないし 9% のイットリウム成分、2.5ないし 5% のネオジム成分そして 7.5ないし 11.5% のイットリウムとネオジム成分の總量で特にジルコニウムがない場合に得られる。しかしながらこれらの合金の韌性は低い傾向を有する。

7. 本発明の合金間の成分の次の範囲によって多くの応用工学に望ましい良好な韌性と高い機械的性質のものが得られる。その成分は 3.5 - 8% のイットリウム成分、2 - 3.5% のネオジム成分及び 7 - 10% のイットリウムとネオジム成分の總量である。

比較によれば希土類金属と亜鉛を含みイットリウムを含まない公知のマグネシウム合金 RZ 5 は非常に低い引張り特性を有する。例えば室温での RZ 5 での特定の最小降伏応力は 135 N/mm^2 であり本発明の合金はかなり高い降伏応力を有する。

他のテストでは、第 7 表に示される合金を铸造し、表に示される方法で熱処理し室温でテストした。溶体化熱処理と焼入れ後、引張り特性は高温での長い時効、少なくとも 200°C, 144 時間以下で改良される。更に又溶体化熱処理も焼入れもしない鋼放しままでの合金での時効によって著しい機械的性質を得た。

铸造挙動を調べるために本発明に係る合金を流動性巻き铸造テストしその結果を、QE 22, ZE63

(亜鉛と希土類金属を含むマグネシウム合金)及び AZ-91 (マグネシウムと亜鉛を含むマグネシウム合金) の比較結果を含めて第 8 表に示す。

铸造でのミクロボロシティをテストするために本発明に係る合金で標準スピタラー (Spitaler) 箱底連続铸造テストが行なわれ該テストでサンプルが铸造されレントゲン写真に映されたその結果を比較のための QE 22 の結果とともに第 9 表に示す。結果 A-A はミクロボロシティで影響された面積であり、M-R は影響を受けた面積中のミクロボロシティの最大 ASTM 値である。本願に係る合金の結果は複合航空宇宙空間成分で用いる良好な铸造特性として認められている QE 22 の結果より優れている。

本発明に係る合金は 28 日間、水酸化マグネシウムで飽和した 3% 塩化ナトリウム溶液に浸漬 ("浸漬" テスト)することによって、そして合金が塩スプレー及び暴露 ("RAE" テスト) がなされる王立航空機制定テストで腐食のテストがなされた。その結果を合金 QE 22 と RZ 5 の結果とと

もに第 10 表に示す。該 RZ 5 は高温での簡単な時効によって熱処理がなされ他は溶体化熱処理と焼入れ後時効された。第 10 表に示される結果は RZ 5 を 1 にとって単位面積、単位時間につき腐食される合金の量を示している。本発明に係る合金の腐食率は RZ 5 と QE 22 エリも著しく低い。

以下余白

第 1 表

合金名	種類	化学成分%						溶体化処理			引張特性 (N/mm)		
		Y	Nd	Zr	Cd	Cu	Ag	溶体化	焼入	時効	YS	UTS	E%
1	YED 5,2, $\frac{1}{2}$	4.8	2.1	<0.1	0.53	-	-	8hrs 535°C	H.W.Q.	20hrs 200°C	156	251	3
2	YED 5,2,2	4.8	2.1	*	1.25	-	-	*	*	*	159	231	2
3	YED 5,3, $\frac{1}{2}$	5.2	3.3	*	0.41	-	-	8hrs 525°C	30%UCON	*	185	248	2
4	YEK 4,2,1	4.3	2.0	0.46	-	-	-	8hrs 535°C	H.W.Q.	*	163	308	8
5	YEK 4,4,1	3.7	3.7	0.38	-	-	-	*	*	*	188	302	3
6	YEK 3,5,1	3.2	5.0	0.43	0.02	-	-	*	*	*	193	299	2
7	YEKD 2,4,1, $\frac{1}{2}$	1.8	3.9	0.41	0.58	-	-	*	*	*	171	279	3
8	YEKD 4,2,1, $\frac{1}{2}$	3.8	1.9	0.38	0.49	-	-	*	*	*	158	282	5
9	YEKD 4,3,1, $\frac{1}{2}$	3.9	2.9	0.43	0.55	-	-	*	*	*	181	312	5
10	YEKD 3,4,1, $\frac{1}{2}$	3.4	4.0	0.38	0.40	-	-	*	*	*	185	279	1 $\frac{1}{2}$
11	YEKD 6,3,1, $\frac{1}{2}$	5.5	3.5	0.38	0.44	-	-	8hrs 525°C	30%UCON	*	215	306	3
12	YEKC 4,2,1 (0.1)	4.2	2.0	0.40	<0.1	(0.1)	-	16hrs 475°C	H.W.Q.	*	179	286	7
13	YEKC 3,4,1 (0.1)	3.4	3.9	0.42	*	(0.1)	-	*	*	*	171	249	1
14	YEKQ 4,3,1, $\frac{1}{2}$	4.2	2.6	0.38	*	-	(0.5)	8hrs 535°C	*	*	173	328	7
	QE 22	-	2.0	0.6	-	-	25	8hrs 525°C	*	*	205	266	4
	QH 21	-	1	0.6	-	1 (トリウム)	25	*	*	*	210	270	4

第 2 表

合金名	種類	化学成分%							溶体化処理 温度/時間	250°Cでの引張特性		
		Y	Nd	Zr	Cd	Cu	Ag	Th		Y.S. (N/mm)	UTS (N/mm)	E%
-	QE 22	-	(2)	(0.6)	-	-	(2 $\frac{1}{2}$)	-	8hr 525°C	122	160	30
-	QH 21	-	(1)	(0.6)	-	-	(2 $\frac{1}{2}$)	(1)	8hr 525°C	167	185	16
3	YED 5,3, $\frac{1}{2}$	5.2	3.3	<0.1	0.41	-	- -	- -	8hr 525°C	167	266	8
5	YEK 4,4,1	3.7	3.7	0.38	-	-	- -	- -	8hr 535°C	162	265	11
6	YEK 3,5,1	3.2	5.0	0.43	0.02	-	- -	- -	*	178	266	5
7	YEKD 2,4,1, $\frac{1}{2}$	1.8	3.9	0.41	0.58	-	- -	- -	*	155	230	6
9	YEKD 4,3,1, $\frac{1}{2}$	3.9	2.9	0.43	0.55	-	- -	- -	*	158	256	12
10	YEKD 3,4,1, $\frac{1}{2}$	3.4	4.0	0.38	0.40	-	- -	- -	*	173	265	6 $\frac{1}{2}$
11	YEKD 6,3,1, $\frac{1}{2}$	5.5	3.5	0.38	0.44	-	- -	- -	*	193	287	2
12	YEKC 4,2,1 (0.1)	4.2	2.0	0.40	<0.1	(0.1)	-	- -	16hr 475°C	142	240	17.5
13	YEKC 3,4,1 (0.1)	3.4	3.9	0.42	<0.1	(0.1)	-	- -	8hr 475°C	144	210	5
14	YEKQ 4,3,1, $\frac{1}{2}$	4.2	2.6	0.38	<0.1	-	(0.5)	-	8hr 535°C	152	254	17

かっこ内の化学成分分析値は微量元素である。

第 3 表

合 金 級	種 類	化 学 成 分				温 度 ℃	各 温 度 で の 機 械 的 性 質			
		Y	Nd	Zr	Cd		Y.S.(N/mm ²)	UTS(N/mm ²)	E%	0.2/100
-	QE 22	2.5%Ag - 2.0%Nd - 0.6%Zr				20	205	266	4	-
						250	122	160	30	32
						300	70	80	62	-
-	QH 21	2.5%Ag - 1%Nd - 1%Ti - 0.6%Zr				20	210	270	4	-
						250	167	185	16	38
						300	120	131	19	-
15	YEKD 93½	8.1	3.1	0.51	0.6	20	235	295	1½	-
						250	208	320	2	42
						300	176	242	3½	23
						325	161	204	3	-
						350	131	169	8½	-
11	YEKD 63½	5.5	3.5	0.38	0.44	20	215	306	8½	-
						250	193	287	2	-
						300	176	218	13	-
						325	156	182	13	-

第 4 表

合 金 級	種 類	化 学 成 分					各 温 度 で の 引 張 特 性			
		Y	Nd	HRE	Zr	Cd	温 度 ℃	YS(N/mm ²)	UTS(N/mm ²)	E%
16	YEKD 5,3,1,½ (62)	2.8	3.6	1.7	0.47	0.5	20	183	254	1½
							250	154	238	4
1.0	YEKD 3,4,1,½	3.4	4.0	-	0.38	0.40	20	185	279	1½
							250	173	265	6½
	QE 22	2.5%Ag - 2.0%Nd - 0.6%Zr					20	205	266	4
							250	122	160	30

第5表

種類	化学成分 %						熱処理			各温度での引張特性(N/mm²)		
	Y	Nd	Zr	Cd	Cu	HRE	溶体化処理	焼入	時効	YS	UTS	E%
YE 5 $\frac{1}{2}$, 3	5.5	2.8	-	-	-	-	8h 525°C	UCON	20h 200°C	194	243	2
YE 5 $\frac{1}{2}$, 3	5.4	3.0	-	-	-	-	8h 535°C	HWQ	# #	190	282	1
YED 5, 2, 1 $\frac{1}{2}$	4.8	2.1	-	0.5	-	-	8h 535°C	HWQ	# #	156	251	3
YED 5, 3 $\frac{1}{2}$, 2 $\frac{1}{2}$	5.2	3.3	-	0.4	-	-	8h 525°C	UCON	# #	185	248	2
YED 5, 3 $\frac{1}{2}$, 2 $\frac{1}{2}$	5.5	2.9	-	0.5	-	-	# #	UCON	# #	194	244	3/4
YEK 2 $\frac{1}{2}$, 3 $\frac{1}{2}$, 1	2.4	3.6	0.7	-	-	-	8h 535°C	UCON	# #	153	295	3 $\frac{1}{2}$
YEK 2 $\frac{1}{2}$, 2, 1	2.5	1.8	0.7	-	-	-	# #	UCON	# #	135	295	9 $\frac{1}{2}$
YEK 3, 5, 1	3.2	5.0	0.4	-	-	-	# #	HWQ	# #	193	299	2
YEK 3 $\frac{1}{2}$, 3 $\frac{1}{2}$, 1	3.7	3.7	0.4	-	-	-	# #	HWQ	# #	188	302	3
YEK 4, 1 $\frac{1}{2}$, 1	3.8	1.7	0.6	-	-	-	# #	UCON	# #	154	309	10
YEK 4, 3, 1	3.8	2.8	0.6	-	-	-	# #	UCON	# #	191	330	4
YEK 4, 1 $\frac{1}{2}$, 1	3.9	1.7	0.4	-	-	-	8h 525°C	UCON	# #	159	301	8
YEK 4 $\frac{1}{2}$, 2, 1	4.3	2.0	0.5	-	-	-	8h 535°C	HWQ	# #	163	308	8
YEK 5, 2, 1	5.0	1.8	0.6	-	-	-	8h 525°C	UCON	# #	180	319	8
YEK 5 $\frac{1}{2}$, 3, 1	5.5	3.0	0.4	-	-	-	8h 535°C	HWQ	# #	212	335	2
YEK 6 $\frac{1}{2}$, 1 $\frac{1}{2}$, 1	6.3	1.5	0.6	-	-	-	8h 525°C	UCON	# #	195	303	3
YEKD 2, 4, 1, 1 $\frac{1}{2}$	1.8	3.9	0.4	0.6	-	-	8h 535°C	HWQ	# #	171	279	3
YEKD 3 $\frac{1}{2}$, 2, 1, 1 $\frac{1}{2}$	3.4	1.9	0.6	0.5	-	-	# #	UCON	# #	159	288	6
YEKD 3 $\frac{1}{2}$, 4, 1, 1 $\frac{1}{2}$	3.4	4.0	0.4	0.4	-	-	# #	HWQ	# #	185	279	1 $\frac{1}{2}$
YEKD 4, 2, 1, 1 $\frac{1}{2}$	3.8	1.9	0.4	0.5	-	-	# #	HWQ	# #	158	282	5
YEKD 4, 3, 1, 1 $\frac{1}{2}$	3.9	2.9	0.4	0.6	-	-	# #	HWQ	# #	181	312	5
YEKD 5 $\frac{1}{2}$, 3 $\frac{1}{2}$, 1, 1 $\frac{1}{2}$	5.5	3.5	0.4	0.4	-	-	# #	UCON	# #	215	306	3/4
YEKD 6, 1 $\frac{1}{2}$, 1, 1 $\frac{1}{2}$	6.0	1.5	0.6	0.5	-	-	8h 525°C	UCON	# #	188	322	5
YEKD 8, 3, 1, 1 $\frac{1}{2}$	8.1	3.1	0.6	0.5	-	-	# #	UCON	# #	235	295	1 $\frac{1}{2}$
YEKC 3 $\frac{1}{2}$, 4, 1, 0	3.4	3.9	0.4	-	(0.1)	-	16h 475°C	HWQ	# #	171	249	1
YEKC 4, 2, 1, 0	4.2	2.0	0.4	-	(0.1)	-	# #	HWQ	# #	179	286	7
YEKC 4 $\frac{1}{2}$, 3, 1, 0	4.6	2.9	0.5	-	(0.1)	-	8h 500°C	UCON	# #	202	317	3 $\frac{1}{2}$
Y(62) K 8, 1	5.0	-	0.5	-	-	3.0	8h 525°C	UCON	# #	165	260	2

第5表(続言)

種類	化学成分 %						熱処理			各温度での引張特性(N/mm²)		
	Y	Nd	Zr	Cd	Cu	HRE	溶体化処理	焼入	時効	YS	UTS	E%
Y(62) EK 2 $\frac{1}{2}$, 2, 1	1.6	1.9	0.6	-	-	(1.0)	8h 535°C	UCON	20h 200°C	139	269	5
Y(62) EK 3 $\frac{1}{2}$, 2, 1	2.2	1.9	0.5	-	-	(1.4)	8h 525°C	UCON	# #	159	291	6
Y(62) EK 3 $\frac{1}{2}$, 2, 1	2.2	1.9	0.5	-	-	(1.4)	# #	UCON	# #	156	257	3
Y(62) EK 4 $\frac{1}{2}$, 2, 1	2.7	1.9	0.6	-	-	(1.7)	# #	UCON	# #	169	289	3
Y(62) EKD 3 $\frac{1}{2}$, 2, 1, 1 $\frac{1}{2}$	2.1	1.9	0.6	0.4	-	(1.3)	8h 535°C	UCON	# #	162	272	3 $\frac{1}{2}$
Y(62) EKD 4 $\frac{1}{2}$, 3 $\frac{1}{2}$, 1, 1 $\frac{1}{2}$	2.8	3.6	0.5	0.5	-	(1.7)	8h 525°C	UCON	# #	183	254	1 $\frac{1}{2}$
QE 22										205	266	4
QH 21										210	270	4
EQ 21										195	260	4
RR 350										233	258	1

第5表(続音)

種類	各温度での引張特性(N/mm²)											
	250°C			300°C			325°C			350°C		
	YS	UTS	E%	YS	UTS	E%	YS	UTS	E%	YS	UTS	E%
YE 5½, 3	153	250	8½	139	200	7						
YE 5½, 3	-	-	-	-	-	-						
YED 5, 2, ½												
YED 5, 3½, ½	167	266	8									
YED 5½, 3, ½	154	257	9	152	196	6½						
YEK 2½, 3½, 1	143	243	10	130	168	8						
YEK 2½, 2, 1												
YEK 3, 5, 1	178	266	5									
YEK 3½, 3½, 1	162	265	11									
YEK 4, 1½, 1	121	215	19½	92	175	17						
YEK 4, 3, 1	154	252	9	126	174	11½						
YEK 4½, 2, 1												
YEK 5, 2, 1	152	234	17½	99	182	20						
YEK 5½, 3, 1	-	-	-	-	-	-						
YEK 6½, 1½, 1	151	234	9½	104	180	13						
YEKD 2, 4, 1, ½	155	230	6									
YEKD 3½, 2, 1, ½				102	165	16						
YEKD 3½, 4, 1, ½	173	265	6½									
YEKD 4, 2, 1, ½												
YEKD 4, 3, 1, ½	158	256	12									
YEKD 5½, 3½, 1, ½	193	287	2	176	218	13	156	182	13			
YEKD 6, 1½, 1, ½	151	236	6	105	184	15						
YEKD 8, 3, 1, ½	208	320	2	176	242	3½	161	204	3	131	159	8½

第5表(続音)

種類	各温度での引張特性(N/mm²)											
	250°C			300°C			325°C			350°C		
	YS	UTS	E%	YS	UTS	E%	YS	UTS	E%	YS	UTS	E%
YEKC 3½, 4, 1, 0	144	210	5									
YEKC 4, 2, 1, 0	142	240	17.5									
YEKC 4½, 3, 1, 0	158	239	4	117	188	7½						
Y(62) K 8, 1	136	216	14	109	180	11						
Y(62) EK 2½, 2, 1												
Y(62) EK 3½, 2, 1												
Y(62) EK 3½, 2, 1												
Y(62) EK 4½, 2, 1	131	209	5	106	163	8						
Y(62) EKD 3½, 2, 1, ½	130	218	12	113	161	12						
Y(62) EKD 4½, 3½, 1, ½	154	238	4									
QE 22	122	160	30	70	80	62						
QH 21	167	185	16	120	131	19						
EQ 21	152	166	15	115	128	10						
RR 350	144	185	3	113	151	4½				83	114	6½

第 6 表

種類	化 学 成 分 %					クリープ歪0.2%迄の時間 (HRS)	(1)
	Y	Nd	Zr	Cd	HRE		
YE 3½, 5	3.7	5.0	-	-	-	954	
YE 5½, 3	5.5	2.8	-	-	-	1850	
YEK 3½, 5, 1	3.7	5.0	0.5	-	-	27	
YEK 4, 1½, 1	3.8	1.7	0.6	-	-	204	
YEK 4, 3, 1	3.8	2.8	0.6	-	-	155	
YEK 5, 2, 1	5.0	1.8	0.6	-	-	170	
YEK 6½, 1½, 1	6.3	1.5	0.6	-	-	59	
YEK 6½, 3, 1	6.4	3.0	0.5	-	-	152	
YEKD 3½, 4, 1, ½	3.4	4.0	0.4	0.4	-	44	
YEKD 6, 1½, 1, ½	6.0	1.5	0.6	0.5	-	17	
YEKD 8, 3, 1, ½	8.1	3.1	0.6	0.5	-	120	
Y(62)EK 8, 1	5.0	-	0.5	-	(3.0)	124	
Y(62)EK 4½, 2, 1	2.7	1.9	0.6	-	(1.7)	78	
Y(75)EK 8½, 2½, 1	6.5	2.4	0.5	-	(2.2)	132	
Y(62)EKD 3½, 2, 1, ½	2.1	1.9	0.6	0.4	(1.3)	79	
ZT1	M. E. L. DATA (例)					100	
RR350	R. R. DATA (例)					3000	

第 7 表

種類	化 学 成 分 %			試験片の タイプ	熱 处 理			R.T. 引張特性 (N/mm²)	
	Y	Nd	Zr		溶体化処理	焼入れ	時 効	Y.S.	U.T.S.
YEK 5½, 3, 1	5.3	3.2	0.45	HF	8h 517°C	H.W.Q.	20h 200°C	200	315
					#	#	35h 200°C	205	310
				DTD	8h 517°C	H.W.Q.	144h 200°C	232	312
					#	#	20h 200°C	216	298
YEK 5½, 3, 1	5.68	2.92	0.56	HF	AS	CAST	-	146	230
					AS	CAST	20h 200°C	174	262
				DTD	8h 535°C	H.W.Q.	20h 200°C	208	340
					AS	CAST	20h 200°C	191	236
					8h 535°C	H.W.Q.	20h 200°C	209	316

第 8 表

合 金	780℃での過熱(°C)
ZE63	80
AZ91	100
QE22	69
YEK 5 $\frac{1}{2}$, 3, 1	94

第 9 表

合 金	PLATE D ¹		PLATE E		PLATE F	
	AA ²	MR ³	AA	MR	AA	MR
QE22	80	7	80	4	80	7
YEK 5 $\frac{1}{2}$, 3, 1	50	5	20	2	50	6

第 10 表

合 金	平均腐食率	
	浸 渡	RAB テスト
YEK 5, 1, 1	0.6	0.7
YEK 5 $\frac{1}{2}$, 1 $\frac{1}{2}$, 1	0.6	0.7
RZ5	1	1
QE 22	2.6	9